



## Devoir 4

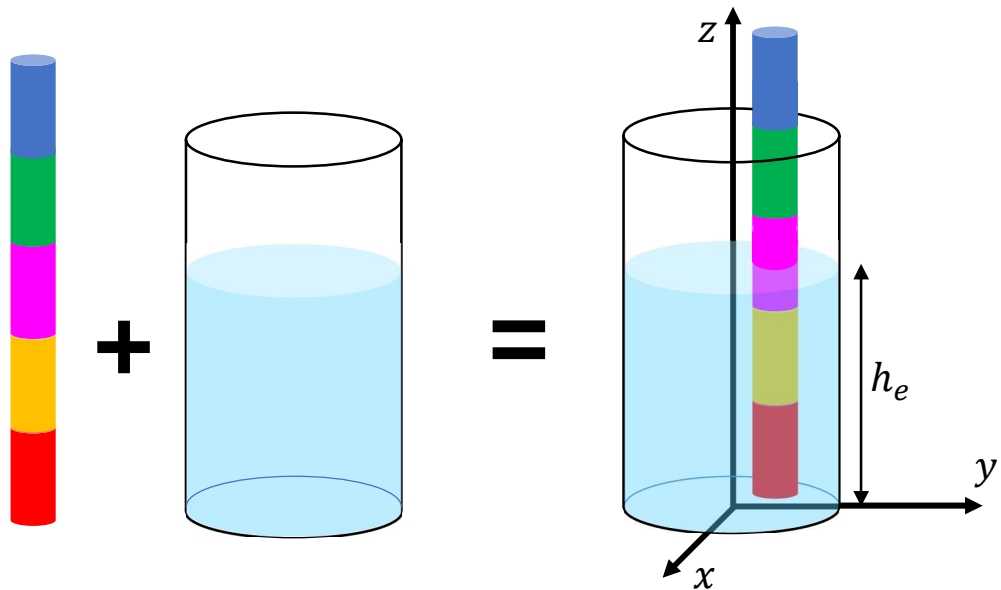
Date de distribution : 15 octobre 2021

Date de remise : 13 décembre 2021

### Paille dans un verre en plastique contenant de l'eau

Une paille cylindrique multicolore de rayon  $R_p = 5$  mm et de hauteur  $H_p = 25$  cm est posée verticalement dans un verre d'eau. La paille comporte cinq couleurs de hauteurs identiques tel que représenté sur la figure 1. Le verre en plastique, de forme cylindrique est transparent. Son indice de réfraction est le même que celui de l'air ( $n_{air} = 1$ ), sa hauteur est  $H_v = 20$  cm, son rayon est  $R_v = 4$  cm et son épaisseur est négligeable. Le verre est rempli d'eau de hauteur  $h_e \leq H_v$ . L'eau est transparente (elle est représentée en bleu dans la figure 1 seulement pour la distinguer), son indice de réfraction est  $n_{eau} = 1.333$ .

Le système d'axes  $xyz$  a comme origine le centre de la base du verre tel que montré sur la figure 1. L'axe  $z$  est confondu avec l'axe du verre. Le centre de masse de la paille est situé à  $\vec{r}_{paille} = (x_p, y_p, H_p/2)$ . Le système paille+verre+eau est entièrement immergé dans l'air (même sous le verre).



**Figure 1:** Paille multicolore dans un verre en plastique transparent rempli (entièrement ou partiellement) d'eau.

## But du devoir

Le but de ce devoir est de programmer une fonction Matlab ou Octave qui permet de dessiner l'image de la paille telle que perçue par un observateur se trouvant à la position  $\vec{r}_o$ . Pour simplifier, on considérera que la paille est un cylindre plein. Pour ne pas alourdir les calculs, on se limitera à un maximum de 10 réflexions et/ou réfractions pour chaque rayon.

La fonction demandée doit pouvoir être appelée comme suit :

```
[xi yi zi couleur]=Devoir4(Robs,xyp,he)
```

Les données d'entrée pour cette fonction sont :

- $R_{obs}$  est le vecteur position de l'observateur  $\vec{r}_o$  (en mètre). Cette position doit se situer à l'extérieur du verre.
- $xyp$  est un vecteur de deux éléments contenant respectivement les positions en x et en y (en mètre) du centre de masse de la paille. Sa position en z est  $H_p/2$ .
- $he$  est la hauteur de l'eau dans le verre (en mètre).

Les résultats produits par cette fonction Matlab (ou Octave) sont :

- $x_i$  : vecteurs contenant les positions en x (en mètre) des images des points de la paille touchés par les rayons lumineux.
- $y_i$  : vecteurs contenant les positions en y (en mètre) des images des points de la paille touchés par les rayons lumineux.
- $z_i$  : vecteurs contenant les positions en z (en mètre) des images des points de la paille touchés par les rayons lumineux.
- $couleur$  : vecteur contenant les numéros des couleurs des points touchés par les rayons lumineux. Cette variable prend donc les valeurs suivantes :
  - $couleur=1$  si le point touché est rouge.
  - $couleur=2$  si le point touché est orange.
  - $couleur=3$  si le point touché est magenta.
  - $couleur=4$  si le point touché est vert.
  - $couleur=5$  si le point touché est bleu.

## Simulations requises

Les conditions à simuler et à analyser sont données dans le tableau 1. La partie du rapport où les simulations sont analysées doit contenir des figures illustrant les images virtuelles que l'observateur voit. Pour avoir une bonne image de la paille, vous devez obtenir un minimum de 1000 points par simulation. Un fichier nommé "RouleDevoir4.m" sera disponible sous

peu pour vous permettre de tracer ces images. En attendant, vous pouvez vous créer votre propre fichier pour faire rouler votre programme.

Tableau 1 : Simulations à effectuer.

Simulation	$\vec{r}_0$ (m)	$xyp$ (m)	$h_e$ (m)
1	[0 ; 0.1 ; 0.1]	[0.02 ; 0.01]	0.15
2	[0.1 ; 0 ; 0.1]	[0.02 ; 0.01]	0.15
3	[0.1 ; 0 ; 0.3]	[0.02 ; 0.01]	0.20
4	[0.1 ; 0 ; -0.1]	[0 ; 0]	0.20